

Sensorische, analytische und physikalische Qualitätsparameter von Erdbeeren unterschiedlicher Produktionssysteme

BARBARA MELTSCH¹, SILVIA WENDELIN², REINHARD EDER², EMMERICH BERGHOFER³, IRIS KREILMAYR³ und KAROLINE-MARIA JEZIK¹

¹ Universität für Bodenkultur, Institut für Garten-, Obst- und Weinbau
A-1190 Wien, Gregor-Mendel-Straße 33
E-mail: bame@lva.co.at

² Höhere Bundeslehranstalt und Bundesamt für Wein- und Obstbau
A-3400 Klosterneuburg, Wiener Straße 74

³ Universität für Bodenkultur, Department für Lebensmittelwissenschaften und -technologie an der Abteilung für Lebensmitteltechnologie
A-1190 Wien, Muthgasse 18

Im Rahmen dieser Arbeit wurde untersucht, ob zwischen biologisch und konventionell produzierten Erdbeeren Unterschiede hinsichtlich ihrer chemisch-physikalischen und sensorischen Eigenschaften bestehen. Über einen Zeitraum von zwei Jahren wurden zwölf verschiedene biologische beziehungsweise konventionelle Anbauverfahren verglichen. Für die Probenahme wurden Erdbeeren gleicher Größe, Reife, Farbausprägung und gleichen Gesundheitszustandes der Sorte 'Elsanta' gewählt. Die sensorische Prüfung mittels Dreieckstest ergab zwischen den Varianten signifikante Unterschiede. Die Befragung ergab, dass die biologischen Proben in zehn von elf Fällen bevorzugt wurden. Bei der deskriptiven sensorischen Analyse konnten im ersten Versuchsjahr Unterschiede bei dem Parameter „Geschmack-Fruchtigkeit“ und im zweiten Versuchsjahr bei den Parametern „Geruch-Fruchtigkeit“ und „Geschmack-Säure“ festgestellt werden. Die biologischen Varianten wiesen signifikant höhere Gesamtphenolgehalte nach Folin und Ellagsäuregehalte auf als die konventionellen. Bei den anderen phenolischen Parametern (Gehalt an Anthocyanen, p-Coumarsiure, Gallussäure, Ferulasäure) bestanden keine signifikanten Unterschiede zwischen den Varianten. Die Texturmessung mittels Einstichpenetrometer ergab, dass die biologisch angebauten Früchte eine signifikant höhere Fruchtfleischfestigkeit aufwiesen als konventionell produzierte Erdbeeren.

Schlagwörter: Erdbeere, biologischer Anbau, konventioneller Anbau, Phenole, Sensorik, Textur

Sensory, analytic and physical quality parameters of strawberries from different production systems. Chemical-physical and sensory characteristics of strawberries ('Elsanta') from twelve different organic and/or conventional production systems were compared over a period of two years. Samples taken were of same size, ripeness, colour development and health condition. The sensory evaluation by means of triangle test showed significant differences between the variants. Organic samples were preferred in ten out of eleven cases. With the descriptive sensory analysis differences could be found in the first year with the parameter „taste-fruitiness“ and in the second year with the parameters „smell-fruitiness“ and „taste-acidity“. The organic variants showed significantly higher total phenolic contents according to Folin and ellag acid contents than the conventional variants. With the other phenolic parameters (content of anthocyanins, p-coumaric acid, gallic acid, ferulic acid) no significant differences between the variants were detected. Texture measurement by means of insertion penetrometer showed that organically cultivated fruit had a higher firmness of fruit than conventionally produced strawberries.

Key words: Strawberry, organic cultivation, conventional cultivation, phenolics, sensory evaluation, texture

Les paramètres de qualité sensorielles, analytiques et physiques de fraises de différents systèmes de production. Dans le cadre du présent travail, il a été examiné s'il existe des différences entre les fraises produites de façon biologique et traditionnelle, en ce qui concerne leurs caractéristiques physico-chimiques et sensorielles. Douze procédés de culture différents, biologiques et traditionnels, ont été comparés au cours d'une période de deux ans. Pour le prélèvement d'échantillons, on a choisi des fraises de même taille, maturité, intensité de couleur et état de santé de la variété 'Elsanta'. L'analyse sensorielle au moyen de l'essai triangulaire a fait ressortir des différences significatives entre les variantes. L'enquête a révélé que les échantillons biologiques ont été préférés dans dix cas sur onze. L'analyse sensorielle descriptive a permis de constater des différences en ce qui concerne le paramètre «goût/fruité» au cours de la première année d'essai et, au cours de la deuxième année d'essai, en ce qui concerne les paramètres «odeur - fruité» et «goût - acidité». Les variantes biologiques présentaient des teneurs en phénols totaux selon Folin et en acide ellagique significativement plus élevées que les variantes produites de manière traditionnelle. Quant aux autres paramètres phénoliques (teneur en anthocyanes, acide p-coumarique, acide gallique, acide férulique), il n'existait aucune différence significative entre les variantes. La mesure de la texture au moyen du pénétromètre à aiguille a donné pour résultat que les fruits produits biologiquement présentaient une fermeté de la pulpe significativement plus élevée que les fraises produites de manière traditionnelle.

Mots clés : fraise, culture biologique, culture traditionnelle, phénols, analyse sensorielle, texture

Nach internationaler Definition ist Qualität „die Gesamtheit von Eigenschaften und Merkmalen eines Produktes oder einer Dienstleistung, die es in die Lage versetzen, vorgegebene oder vorausgesetzte Anforderungen zu erfüllen“ (ISO 8402/86):

Es gibt in der Landwirtschaft eine Klassifizierung der verschiedenen Qualitätsaspekte in zwei Gruppen, in

a) die obligatorischen und
b) die abdingbaren, relativen oder freiwilligen Aspekte.

Die Lebensmittelsicherheit beispielsweise ist ein obligatorisches Merkmal. Der Nährstoffgehalt ist aber ein relatives Qualitätsmerkmal, da er mit den jeweiligen Ernährungsgewohnheiten zusammenhängt. Optionale Qualitätsaspekte sind zum Teil subjektiv und von den Vorlieben der Verbraucher abhängig: Dies gilt insbesondere für die organoleptischen Eigenschaften, wie z. B. Geschmack, Geruch oder Aussehen.

Eine schon etwas spezifischere, nicht so allgemeine und eher den Bereich „Nahrung und Lebensmittel“ betreffende Definition des Qualitätsbegriffs wählt SICHERT-OEVERMANN (Tab. 1), indem er Kategorien festlegt (SICHERT-OEVERMANN, 1988).

Neben der Seite der Produktqualität muss auch die Prozessqualität bei der Betrachtung eines Lebensmittels berücksichtigt werden. Unter Prozessqualität versteht man, wie das Lebensmittel erzeugt und verarbeitet wird.

Ernährungswissenschaftler definieren die Lebensmittelqualität in erster Linie durch „... Anforderungen, wie sie die Handelsklassenverordnung vorschreibt (Gewicht, Form, Größe, Farbe, Fehlerfreiheit) sowie durch einen hohen Anteil positiv zu bewertender Inhaltsstoffe (Vitamine, Mineralstoffe, Ballaststoffe, Protein, Fett,

Kohlenhydrate) bei gleichzeitig geringem Anteil negativ zu bewertender Stoffe (zum Beispiel Schwermetalle, Pestizide, Nitrat, Toxine). Des Weiteren spielen spezielle Eigenschaften der Produkte für die Lebensmittelverarbeitung (Gebrauchswert) sowie mikrobiologische Aspekte der Qualitätsbeurteilung eine Rolle.“ (MEIER-PLOEGER, 1991).

Nach BROCKMEIER (1993) ist Qualität sowohl in subjektive als auch in objektive Qualität zu differenzieren. Unter subjektiver Qualität versteht BROCKMEIER „... die

Tab. 1: Kategorien der Qualität von Lebensmitteln (SICHERT-OEVERMANN, 1988)

Übliche Kategorie	Synonyme, Anmerkungen
Eignungswert	Nutzwert, Marktwert, Verwendungswert, Dienstleistungswert, Gebrauchswert,
Genusswert	Brauchbarkeitswert
Gesundheitswert	Sensorische Qualität Nahrungswert, Nährwert, Biologischer Wert, Ernährungsphysiologische Qualität
Zusätzliche Kategorien	
Psychologischer Wert	Ideeller Wert, Erwartungen
Sozialwert	Prestige, Tabus/Belohnung
Noch unberücksichtigte Kategorien	
Ökologischer Wert	Veredelungsverluste, Umweltbelastung, Energieaufwand
Politischer Wert	Export-Import, Nahrungsmittelüberschüsse, Nahrungsmittelhilfe

Beurteilung und Wertvorstellung des Subjekts (Verbrauchers) für die jeweiligen Charakteristika, die sich an dem geplanten Verwendungszweck orientieren.“ (BROCKMEIER, 1993). Sobald subjektive Empfindungen gemessen werden, inkludieren diese auch psychologische, religiöse oder ideelle Komponenten. (BROCKMEIER, 1993).

Die objektive Qualität eines Gutes berücksichtigt die Meinungen, Präferenzen und Verwendungszwecke der Konsumenten nicht, sondern es kommt hier lediglich zu einer Aufzählung der Eigenschaften und Eigenschaftsmengen (BROCKMEIER, 1993). LINDE (1993) stellt diese in Form eines Vektors dar. Die Elemente des Vektors geben die Eigenschaftsausprägungen wieder:

$$Q_i = Q_i(z_{i1}, z_{i2}, \dots, z_{im})$$

Q_i : Objektive Qualität eines Produktes ($i = 1, 2, \dots, m$)

z_{im} kann beispielsweise der Kaloriengehalt oder Vitamin C-Gehalt eines Erdbeersaftes sein. Da aber einzelne gemessene Parameter (Kalorien, Nährstoffgehalte etc.) unterschiedliche Maßeinheiten haben, kann es zu keiner Quantifizierung der objektiven Produktqualität kommen.

Die Erdbeere (*Fragaria*) gehört zur Unterfamilie der *Rosidaeae* innerhalb der Familie der Rosengewächse (*Rosaceae*). Sie zählt trotz ihres Namens nicht zu den Beeren, sondern zu den Sammelnussfrüchten.

Die Geschichte der Erdbeere geht bis 234 v. Chr. zurück. Diese damals kultivierte Erdbeere war *Fragaria vesca*, die Walderdbeere, welche heute die am weitesten verbreitete *Fragaria*-Art ist. Die Erdbeeren wurden an die Südseite von Wällen gepflanzt, um die Reife zu beschleunigen. Um die Ernteperiode zu verlängern, wurden entweder zweimal wöchentlich Blumentöpfe über die Erdbeerpflanzen gestülpt oder aber Stroh auf die Pflanzen aufgebracht. Die Fruchtgröße ließ sich durch diese Maßnahmen jedoch nicht verändern (NAUMANN und SEIPP, 1989).

Durch Selektionsarbeit entstanden aus der europäischen Walderdbeere rankenlose Erdbeeren, die heute als Monatserdbeeren erhältlich sind (KEPPEL et al., 1996).

In Österreich werden Erdbeeren im Intensivobstbau auf 1087 ha Ackerfläche angebaut. Spitzenreiter ist Niederösterreich mit 407 ha, es folgen Oberösterreich mit 379 ha und die Steiermark mit 162 ha.

Die Erdbeeren erlauben sowohl eine konventionelle als auch eine biologische Anbauweise. Es wurden Untersuchungen durchgeführt, ob es Unterschiede in den

Fruchtqualitäten von unterschiedlich kultivierten Erdbeeren gibt (WOESE et al., 1997).

Bereits im Jahr 1990 beschreiben MACHEIX et al. (1990), dass die Verwendung von Pestiziden und Düngern zu einer verminderten Produktion an natürlichen phenolischen Inhaltsstoffen in der Pflanze führt. ASAMI et al. (2003) untersuchten die Vitamin C- und Phenolgehalte in gefrorenen, gefriergetrockneten und luftgetrockneten Erdbeeren der Sorte 'Northwest Totem' in Kalifornien, welche sich durch verschiedene Anbauweisen und Pflegeverfahren (konventionell, nachhaltig) unterschieden. Die Vitamin C-Gehalte der biologisch produzierten Erdbeeren waren signifikant höher als die der konventionell angebauten. Auch der Gesamtphenolgehalt war in biologisch produzierten Erdbeeren um 19,1% höher als in konventionell produzierten Früchten. Der höhere Phenolgehalt wurde dadurch erklärt, dass die nachhaltig produzierten Früchte einem höheren pathogenen Druck ausgesetzt waren.

Diese Ergebnisse werden durch die Untersuchungen von HÄKKINEN und TÖRRÖNEN (2000) teilweise bestätigt. Bei der Sorte 'Polka' konnten sie feststellen, dass organisch produzierte Erdbeeren einen signifikant höheren Gehalt an Gesamtphenolen aufwiesen als konventionelle. Bei zwei anderen Sorten, 'Jonsok' und 'Honeye' konnten sie aber keine signifikanten Unterschiede im Phenolgehalt nachweisen.

Ziel dieser Arbeit war es, mit verschiedenen Methoden einen Qualitätsvergleich von biologisch und konventionell angebauten und gepflegten Erdbeeren durchzuführen.

Material und Methoden

Der Versuch wurde im Versuchszentrum Jedlersdorf, Wien, am 5. Mai 2003 ausgepflanzt. Die mittlere Jahrestemperatur beträgt 9,8 °C bei einem mittleren Jahresniederschlag von 500 bis 600 mm. Die durchschnittliche jährliche Sonnenscheindauer liegt bei 1800 Stunden.

Der Versuchsgarten liegt im Westen des Pannonikums. Die relativ trocken-warmen Sommer und kalten Winter machen eine Beregnung während der Sommermonate notwendig. Daneben ist die Lage des Versuchsgartens sehr windexponiert.

Die für den Versuch angepflanzte Erdbeersorte 'Elsanta' wurde von L.M. WASSENAAR gezüchtet. Der Sorteninhaber ist IVT Wageningen. Sortenschutz besteht seit 1982. Die Sorte wird von NAUMANN und SEIPP (1989) als sehr ertragreich, mittelspät und sehr leicht pflückbar charakterisiert, sie liefert große, glänzende,

festen und glatten Früchten.

Die Fruchtfolge der Versuchsanlage begann mit Errichten dieser Parzellenanordnung im Jahr 1998. In Jahren, wo aufgrund der kurzen Kulturdauer zwei Kulturen möglich waren, wurde eine Zweitfrucht aufgebracht (1999, 2000). Die Bewirtschaftungskultur von 2003 bis 2005 war in dieser Versuchsanlage die Erdbeere der Sorte 'Elsanta'. Tabelle 2 listet die Kulturen der achtjährigen Versuchsanlage auf.

Tab. 2: Versuchsvarianten am Erdbeerfeld

Jahr	Erstfrucht	Zweitfrucht
0. 1998	Sellerie	-
1. 1999	Salat	Rotkraut
2. 2000	Spinat	Feldgurke
3. 2001	Sonnenblume	
4. 2002	Cirsium	
5. 2003	Erdbeere (Frigo)	
6. 2004	Erdbeere	
7. 2005	Erdbeere	

Der Versuch wurde mit zwölf Varianten (verschiedene Düngung, Pflanzenschutzmittel und Anbauweisen) in je vierfacher Wiederholung (Block A, B, C, D) angelegt und durchgeführt (Tab. 2a).

Tab. 2a: Fruchtfolge der Versuchsanlage (beginnend mit dem Jahr 1998)

Variante	Bezeichnung
1	Nullvariante
2	Nullvariante mit Winterbegrünung
3	Konv. Handelsdünger
4	Konv. Handelsdünger mit Winterbegrünung
5	Konv. Handelsdünger und Herbizid
6	Konv. Handelsdünger und Herbizid mit Winterbegrünung
7	Kompost
8	Kompost mit Winterbegrünung
9	Hornspäne
10	Hornspäne mit Winterbegrünung
11	Stallmist
12	Stallmist mit Winterbegrünung

Für die Probennahme wurden Erdbeeren gleicher Größe, Reife, Farbausprägung und des gleichen Gesundheitszustandes gewählt, um so eine optimale Vergleichbarkeit gewährleisten und objektive Ergebnisse liefern zu können.

Die Untersuchungen erfolgten am Erdbeersaft, der mittels Haushaltsensafter MP 80 Multipress automatic (Fa. Braun) hergestellt wurde.

Sensorische Untersuchungen

Eine Unterschiedsprüfung mittels Dreieckstest wurde im Jahr 2004 am Department für Lebensmittelwissenschaften und -technologie, Universität für Bodenkultur, Wien, durchgeführt. Es wurde jede konventionelle gegen jede biologische Variante von jeweils acht Personen in sechs Verkostungsdurchgängen verkostet. Die abweichend schmeckende Probe wurde von den Verkostern gekennzeichnet, und mittels des Computerprogramms *Senstools 3.0.11* erfolgte die Auswertung der Ergebnisse.

Im Jahr 2005 wurden die Erdbeeren jener sieben Parzellen, die nach der Verkostung aus dem Jahr 2004 Unterschiede aufwiesen, einem erweiterten Triangeltest unterzogen. Dieser wurde an der Höheren Bundeslehranstalt und Bundesamt für Wein- und Obstbau in Klosterneuburg durchgeführt. Neben den Unterschieden wurde auch die Bevorzugung abgefragt. Eine sachlich gut begründete Präferenz für eine der Proben (Einzel- oder Doppelprobe) erhöht den Aussagewert der Prüfung. 14 Personen verkosteten in Verkostungskabinen in 24 Serien die sieben Erdbeersäfte unterschiedlicher Produktionsweisen.

In beiden Jahren wurde zudem eine auf den Triangeltest folgende deskriptive Analyse durchgeführt, wobei Parameter, wie Fruchtigkeit, Frische, Geruch, Säure und Süße, berücksichtigt wurden.

Chemische Untersuchung der phenolischen Substanzen

Für die Charakterisierung und Unterscheidung der zwölf Anbauvarianten wurde das Hauptaugenmerk auf die Anthocyane gelegt, da gerade diese Gruppe der Phenole für Erdbeeren von entscheidender Relevanz sind. Die Anthocyane werden mittels HPLC auf einer Umkehrphasensäule (C18) separiert und mit einem UV-VIS-Detektor bestimmt. Die Identifizierung der Anthocyane erfolgt mittels Reinsubstanz bzw. anhand der Retentionszeiten. Für die Auswertung werden die Peakflächenprozentage der Anthocyan-3-glucoside sowie die Summe der acetylierten und die Summe der cumarylierten Anthocyane ermittelt (EDER et al., 1990).

Im Konkreten wurden die Erdbeersaftproben aus der Tiefkühltruhe genommen und mit dem Enzym Pectinex BE XXL (Fa. Novozymes) versetzt, um das Pek-

tin des Saftes abzubauen. Durch eine Zentrifugation (10.000 Upm bei 10 Minuten) wurde der Saft von allen trüben Teilen getrennt. Das Festphasenextraktions säulchen (Bond Elut der Fa. Varian) wurde mit 4 ml Methanol und 4 ml entionisiertem Wasser konditioniert und anschließend wurde 1 ml Probe aufgetragen. Zum Waschen des Säulchens werden 4 ml entionisiertes Wasser aufgetragen und danach das Säulchen trocken gesaugt. Die Elution der Anthocyane erfolgte mit 1 ml Methanol, dem 1 ml/l 37%ige Salzsäure zugesetzt wurde. Für die Analyse kam ein HPLC Typ 1090 der Fa. Agilent mit einer RP-C18-Trennsäule zum Einsatz (EDER et al., 1990).

Die Analyse der Phenolsäuren erfolgte mit der von VRHOVSEK et al. (1997) publizierten RP-HPLC-Methode, wobei zur Identifizierung der Substanzpeaks ein Vergleich der Retentionszeiten und der UV-Spektren mit den Standards herangezogen wurde. Zur Bestimmung der freien Phenolsäuren wurden die Proben einer Hydrolyse unterzogen. Hierbei wurde die Erdbeersaftprobe mit einer Ascorbinsäurelösung (90 g Ascorbinsäure in 15 ml Aqua dest. auflösen) und 25 ml Methanol versetzt. Nach Zugabe von 10 ml 6 M Salzsäure wurde die Probe mit Stickstoff begast und über Nacht bei 35 °C geschüttelt. Nach dem Eindampfen mittels Rotavapor wurde 1 ml der hydrolysierten Probe in Methanol aufgenommen und analysiert (HÄKKINEN et al., 1998). Die Bestimmung der Ellagsäure erfolgte in Anlehnung an die Arbeit von WANG et al. (1994).

Die Bestimmung der Gesamtphenole erfolgte mittels Folin Ciocalteu-Reagenz in einer 1:10-Verdünnung des Erdbeersaftes. Um störende Stoffe, wie beispielsweise Kohlenhydrate abzutrennen, erfolgte eine Vorreinigung mit C-18-Säulchen.

Für die statistische Auswertung der Daten wurde das Programmpaket SPSS 11.0 herangezogen. Es wurden Tests auf Normalverteilung nach KOLMOGOROV SMIRNOFF, eine deskriptive Statistik, der Test auf Homogenität der Varianzen, ANOVA, t-Test und ein Post Hoc-Test (Student Newman Keuls) durchgeführt.

Untersuchung der Textureigenschaften

Die Texturmessungen der Erdbeerproben wurden am Department für Lebensmittelwissenschaften und -technologie an der Abteilung für Lebensmitteltechnologie, Universität für Bodenkultur, Wien, durchgeführt. An den Früchten erfolgte eine punktuelle Messung mit dem Gerät Texture Analyzer TA-XT 2 (Firma: Rhevisco, CH-5463 Wislikofen) und dem Aufsatz „Zylin-

der Probe“. Dabei wird die Kraft gemessen, die aufgewendet werden muss, bis der Stempel 5 mm tief in das Fruchtfleisch eingedrungen ist. Der Texture Analyzer ist an einen PC angeschlossen. Das Programm „Texture Expert“ wird für das Erfassen der Daten am PC gestartet. Es wurden Einstellungen vorgenommen, welche sich aus den Voruntersuchungen an Erdbeeren ableiten ließen. Der „Weg“ des Einstiches in die Frucht wurde mit 5 mm festgelegt, da ein tieferer Einstich bei kleinen Früchten in den weißen Fruchtstand gelangen würde. Somit käme es durch diesen Übergang zu einem zweimaligen Anstieg der aufzuwendenden Kraft - anfangs beim Eintritt in die Frucht und dann beim Übergang vom roten Fruchtfleisch zum weißen Fruchtstand. Da dieser Übergang jedoch von der Größe der Frucht abhängt und somit dieser zweite Kraftanstieg zu einem beliebigen Zeitpunkt stattfände, wurde beschlossen, dass man den Einstich nach 5 mm beendet. Somit hat man einen definierten Weg und vergleichbare Texturkurven (Kraft, Zeit, Fläche). Die Ergebnisdarstellung erfolgt mittels Boxplots, welche die benötigte Kraft, die erforderliche Einstichdauer als auch die Fläche dieser beiden Größen darstellen.

Die statistische Auswertung erfolgte mittels Statgraphics Plus Version 5, wobei man sich der Mittelwertvergleiche und Post Hoc-Tests (SNK) bediente.

Ergebnisse

Sensorische Unterschiedsprüfung mittels Dreieckstest

Die Ergebnisse des Triangeltests werden in der nachstehenden Tabelle dargestellt.

Das Signifikanzniveau von $\alpha = 0,1\%$ ($p = 0,001$) wird mit ***, jenes mit $\alpha = 1\%$ ($p = 0,01$) mit ** und jenes mit $\alpha = 5\%$ ($p = 0,05$) mit * angegeben.

Im ersten Verkostungsjahr (2004) konnten vor allem zwischen den Kompost-Varianten bzw. den Hornspäne-Varianten im Vergleich zu den konventionellen Varianten Unterschiede festgemacht werden. Jene Versuchsvarianten, die einen signifikanten Unterschied ergaben, wurden im zweiten Verkostungsjahr (2005) ebenso einem Dreieckstest unterzogen, der jedoch durch die Zusatzfrage, welche der drei Proben bevorzugt werde, erweitert war („Erweiterter Triangeltest“). Die Unterschiede konnten auch im Jahr 2005 bestätigt werden (Tab. 3).

Tab. 3: Ergebnisse der Unterschiedsprüfung mittels Dreieckstests (WB = Winterbegrünung, HD = Handelsdünger)

Jahr	Biologische Parzellen	Konventionelle Parzellen	Gesamtzahl richtige Antworten (von 48 möglichen)
2004	Kompost u. WB	Konv. HD u. Herbizid u. WB	31***
2004	Hornspäne	Konv. HD u. Herbizid u. WB	31***
2004	Kompost	Konv. HD u. WB	29***
2004	Hornspäne u. WB	Konv. HD u. Herbizid	27***
2004	Hornspäne u. WB	Konv. HD	24*
2004	Hornspäne	Konv. HD u. WB	22*
2005	Kompost u. WB	Konv. HD u. Herbizid	16**
2005	Hornspäne u. WB	Konv. HD u. Herbizid	16**
2005	Kompost	Konv. HD u. WB	15*
2005	Kompost u. WB	Konv. HD u. WB	15*

Deskriptive Sensorik

Mittels deskriptiver Analyse wurden folgende sensorischen Merkmale abgefragt: Geruch-Frische, Geruch-Fruchtigkeit, Geschmack-Süße, Geschmack-Fruchtigkeit, Geschmack-Säure und Gesamteindruck.

Für das Merkmal „Geschmack-Fruchtigkeit“ wurde mittels Varianzanalyse im Jahr 2004 ein signifikanter Unterschied zwischen den sieben Verkostungsvarianten gefunden (p -Wert: 0,0039; $\alpha = 5\%$). Mit dem Test nach Bonferroni wurden ebenso zwei homogene Gruppen innerhalb der Varianten gefunden. Somit ist im Merkmal „Geschmack-Fruchtigkeit“ ein signifikanter Unterschied zwischen den untersuchten Proben gegeben. Erdbeeren der Variante Hornspäne mit Winterbegrünung waren am fruchtigsten und unterschieden sich von den konventionellen Erdbeeren mit Herbizid und von den konventionellen Früchten mit Herbizid und Winterbegrünung signifikant. Die Früchte der beiden Kompostvarianten, der Hornspänevariante sowie der

Geschmack-Fruchtigkeit

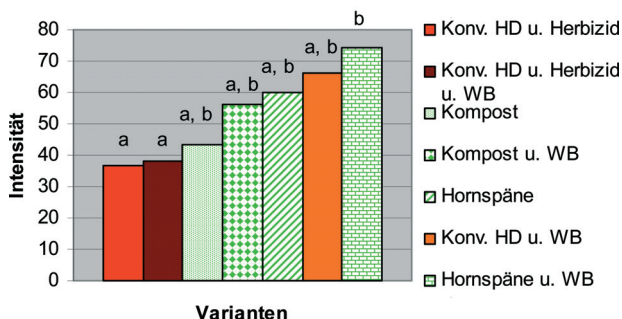


Abb. 1: Statistischer Unterschied der sieben getesteten Erdbeerproben; unterschiedliche Buchstaben bedeuten einen signifikanten Unterschied nach BONFERRONI ($\alpha = 5\%$)

konventionellen Variante mit Handelsdünger und Winterbegrünung lagen hinsichtlich des Parameters „Geschmack-Fruchtigkeit“ dazwischen.

Bei allen anderen abgefragten deskriptiven sensorischen Merkmalen konnten bei den Früchten des Jahres 2004 keine statistisch signifikanten Unterschiede gefunden werden.

Im zweiten Verkostungsjahr (2005) unterschieden sich die Erdbeeren der konventionellen Bewirtschaftungsweise mit Handelsdünger und Winterbegrünung in ihrem Geruch statistisch signifikant von den anderen Verkostungsvarianten, wobei sie den fruchtigsten Geruch besaßen.

Das zweite Merkmal, das im Jahr 2005 signifikante Unterschiede aufwies, war „Geschmack-Säure“. Die am wenigsten sauren Proben fanden sich in der konventionellen Bewirtschaftungsweise mit Handelsdünger und Winterbegrünung, gefolgt von der konventionellen Variante mit Herbizid. Die biologisch behandelten Früchte lagen in ihren Säurewerten höher. Eine statistische Signifikanz konnte jedoch nur zu den konventionell mit Winterbegrünung und Kompost hergestellten Erdbeeren gefunden werden.

Unterschiedsprüfung mit erweitertem Dreieckstest

Die im Jahr 2005 behandelte Frage, welche Probe bevorzugt wurde, ergab das in Tabelle 4 zusammengefasste Ergebnis. Lediglich bei einem Dreieckstest wurde eine konventionelle Probe, nämlich jene mit Winterbegrünung, der Kompost-Variante vorgezogen. In allen anderen Befragungen wurden die biologischen Varianten gegenüber den konventionellen bevorzugt.

Anthocyangehalte

Die Analysen des Anthocyangehalts aller zwölf Erdbeerproben ergab nach statistischer Verrechnung keine signifikanten Unterschiede (Abb. 2).

Die Nullvariante mit Winterbegrünung (326 mg/l) und die Nullvariante (352 mg/l) lagen mit ihren Werten am höchsten, während die Stallmistprobe mit 256 mg/l den niedrigsten Anthocyangehalt aufwies. Ein Vergleich aller biologisch produzierten Erdbeeren inklusive der Nullvariante und der Nullvariante mit Winterbegrünung mit allen konventionell hergestellten Früchten ergab ebenso keinen signifikanten Unterschied (biologisch: 294 mg/l; konventionell: 293 mg/l).

Tab. 4: Erweiterter Dreieckstest (Frage nach der Bevorzugung der Probe (WB = Winterbegrünung, HD = Handelsdünger)

A	B	Bevorzugte Probe	
		A*	B*
Konv. Handelsdünger mit WB	Kompost	15	9
Konv. Handelsdünger mit WB	Kompost mit WB	8	16
Konv. Handelsdünger mit WB	Hornspäne	7	17
Konv. Handelsdünger mit WB	Hornspäne mit WB	8	16
Konv. Handelsdünger und Herbizid (NPK+H)	Kompost	10	14
Konv. Handelsdünger und Herbizid (NPK+H)	Kompost mit WB	8	16
Konv. Handelsdünger und Herbizid (NPK+H)	Hornspäne	7	17
Konv. Handelsdünger und Herbizid (NPK+H)	Hornspäne mit WB	5	19
Konv. Handelsdünger und Herbizid mit WB	Kompost	7	17
Konv. Handelsdünger und Herbizid mit WB	Kompost mit WB	9	15
Konv. Handelsdünger und Herbizid mit WB	Hornspäne	9	15

*Anzahl der Urteile

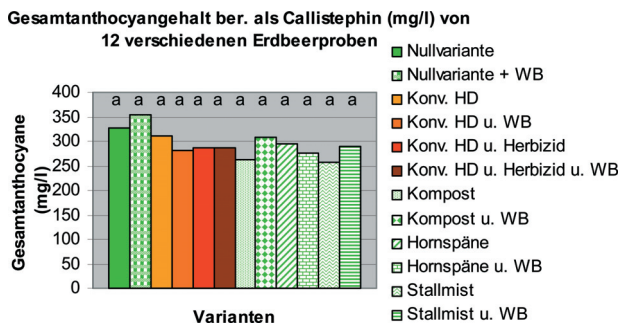


Abb. 2: Gesamtanthocyanengehalt (mg/l) berechnet als Callistephin

Gehalt an Phenolsäuren

Die Phenolsäuren p-Coumarsäure, Ferulasäure, Gallussäure und Hydroxybenzoesäure wurden mittels HPLC bestimmt. Die Ergebnisdarstellung erfolgt in weiterer Folge nach dem Alphabet und nicht nach der quantifizierten Menge der jeweiligen Säure. Es ist hier explizit anzumerken, dass diese Untersuchung mittels Erdbeersaft und nicht mit den ganzen Erdbeeren erfolgte. Somit kann es durchaus Abweichungen zu Werten der Literatur geben, bei denen die ganze Erdbeere untersucht wurde.

p-Coumarsäure. Die Untersuchung der p-Coumarsäure wurde nur an den in Abbildung 3 dargestellten Varianten durchgeführt. Die Gehalte lagen in einem Wertebereich von 4,4 mg/l (konventionell mit Handelsdünger) bis 7,4 mg/l (Nullvariante). Im Allgemeinen entsprechen die gefundenen Gehalte den in der Literatur beschriebenen Werten (RECHNER, 2000). Es konnten zwischen den Varianten keine signifikanten Unterschiede gefunden werden (Abb. 3).

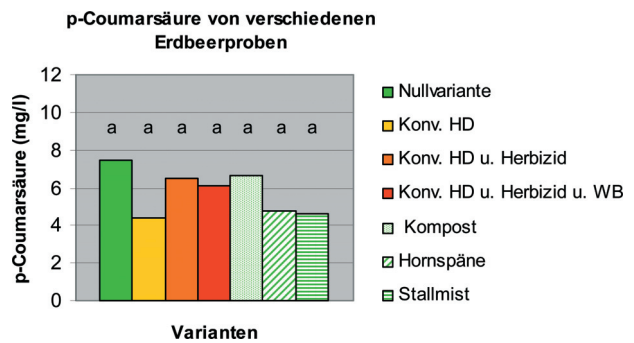


Abb. 3: p-Coumarsäure (mg/l) von biologisch und konventionell produzierten Erdbeeren

Ein statistischer Vergleich von biologisch und konventionell produzierten Erdbeeren ergab, dass die biologischen Erdbeeren tendenziell höhere p-Coumarsäurewerte (mg/l) hatten als die konventionell behandelten Früchte (Abb. 4).

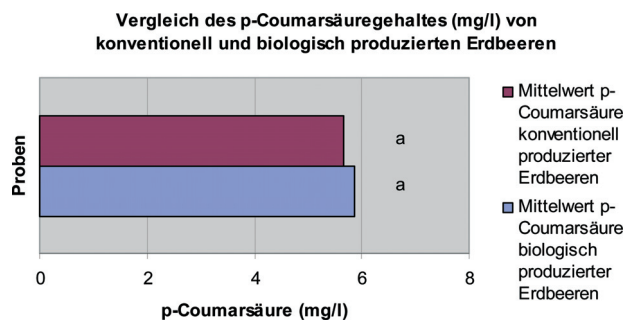


Abb. 4: Vergleich des p-Coumarsäuregehaltes (mg/l) von biologisch vs. konventionell produzierten Erdbeeren

Ferulasäure. Bei der statistischen Verrechnung der Werte für die Ferulasäure ergaben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den zwölf Bewirtschaftungsweisen. Die Werte liegen zwischen 0,16 mg/l (Hornspäne) und 0,32 mg/l (Stallmist und Winterbegrünung).

Der relativ geringe Gehalt an Ferulasäure geht mit HÄKKINEN et al. (1999) konform, der keine Ferulasäure nachweisen konnte (Abb. 5).

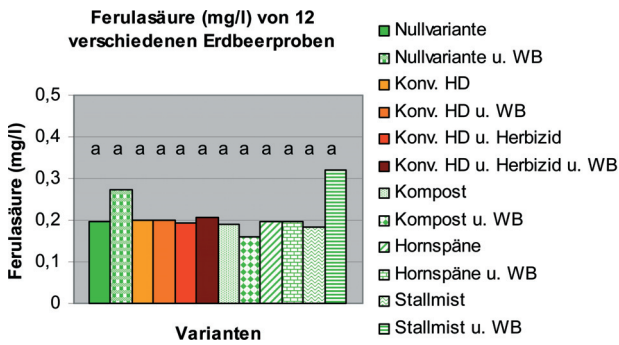


Abb. 5: Ferulasäuregehalte (mg/l) von biologisch und konventionell produzierten Erdbeeren

Ein allgemeiner Vergleich der biologischen mit den konventionell produzierten Erdbeeren ergab, dass auch hierbei kein signifikanter Unterschied nachweisbar war. Es ist jedoch erkennbar, dass die biologischen Früchte eine Spur höhere Ferulasäurewerte (0,21 mg/l) verzeichnen können als die konventionellen Erdbeeren (0,20 mg/l).

Gallussäure. Den niedrigsten Gehalt an Gallussäure hatten Erdbeeren der Nullvariante aufzuweisen (1,5 mg/l). Jener unterschied sich von der biologischen Variante mit Stallmist und Winterbegrünung (2,8 mg/l) signifikant. Alle anderen Bewirtschaftungsweisen lagen mit ihren Gallussäuregehalten zwischen den beiden Varianten und unterschieden sich statistisch nicht voneinander (Abb. 6).

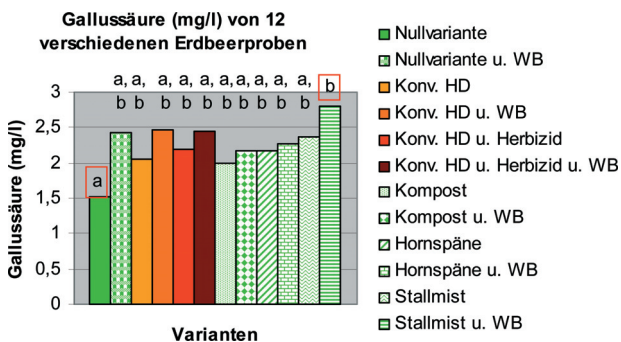


Abb. 6: Gallussäuregehalte (mg/l) von biologisch und konventionell produzierten Erdbeeren

Ein Vergleich der Erdbeersäfte aller biologischen mit allen konventionellen Bewirtschaftungsweisen ergab,

dass es keinen statistisch signifikanten Unterschied zwischen den biologisch (2,28 mg/l) und konventionell (2,21, mg/l) produzierten Erdbeeren gab. Die Werte der Gallussäure wurden von HÄKKINEN et al. (1999) mit 5 bis 44 mg/kg Frischgewicht angegeben. Unterschiedliche Analyseverfahren und Probenmaterial dürften die Ursache für die Abweichungen sein.

Hydroxybenzoesäure. Ein Vergleich aller Hydroxybenzoesäurewerte ergab keinen Unterschied zwischen den Varianten. Der tiefste Gehalt wurde bei der Nullvariante (0,43 mg/l) gefunden, während den höchsten Wert die Nullvariante mit Winterbegrünung (0,67 mg/l) aufwies. Die demgegenüber hohen Werte von 10 bis 36 mg/kg Frischgewicht nach HÄKKINEN et al. (1999) erklären sich wiederum durch das unterschiedliche Probenmaterial (frische Früchte vs. Saft) und die voneinander divergierenden Analysemethoden (Abb. 7).

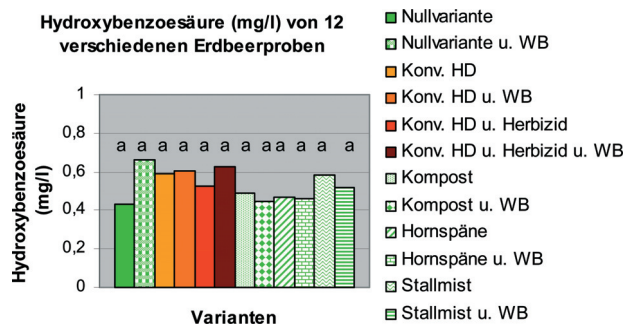


Abb. 7: Hydroxybenzoesäuregehalte (mg/l) von biologisch und konventionell produzierten Erdbeeren

Vergleicht man alle biologischen Erdbeersäfte mit allen konventionellen, ergibt sich ebenso kein Unterschied im Hydroxybenzoesäuregehalt. Der Gehalt in den konventionellen Erdbeeren ist jedoch tendenziell höher (0,58 mg/l) als im Saft biologisch produzierter Erdbeeren (0,5 mg/l).

Ellagsäure. Die Ellagsäure wurde nicht in allen Varianten untersucht, die Ergebnisse sind in Abbildung 8 dargestellt. Den signifikant höchsten Gehalt an Ellagsäure wies die Stallmistvariante mit 14,8 mg/l auf, signifikant niedrigere Gehalte wurden in den Varianten konventionell mit Handelsdünger und Winterbegrünung (7,6 mg/l) und konventionell mit Handelsdünger und Herbizid (8 mg/l) gefunden. Alle anderen untersuchten Varianten lagen auf einem Signifikanzniveau und konnten hinsichtlich ihres Ellagsäuregehalts nicht voneinander unterschieden werden.

Ein allgemeiner Vergleich der biologischen und kon-

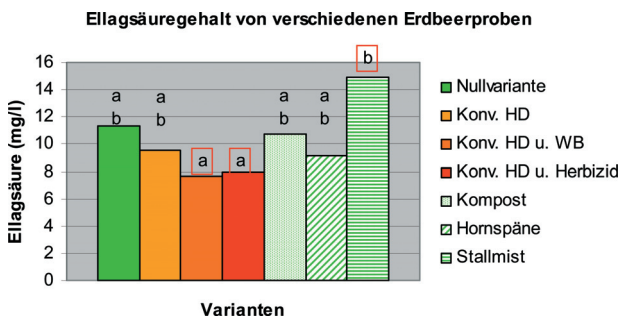


Abb. 8: Ellagsäuregehalte (mg/l) von biologisch und konventionell produzierten Erdbeeren

ventionellen Varianten ergab, dass die Ellagsäure in den biologischen Erdbeeren (11,5 mg/l) signifikant höher ist als in den konventionellen Früchten (8,4 mg/l) (Abb. 9).

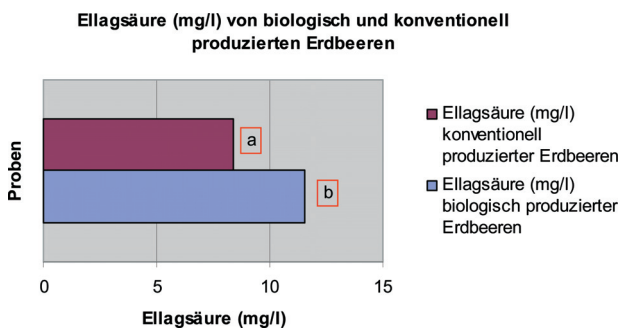


Abb. 9: Vergleich des Ellagsäuregehaltes (mg/l) von biologisch vs. konventionell produzierten Erdbeeren

Gesamtphenolgehalt. Beim Gesamtphenolgehalt waren zwischen den Bewirtschaftungsweisen keine statistisch signifikanten Unterschiede feststellbar. Die Werte der Gesamtphenolbestimmung lagen bei der konventionellen Variante mit Handelsdünger mit

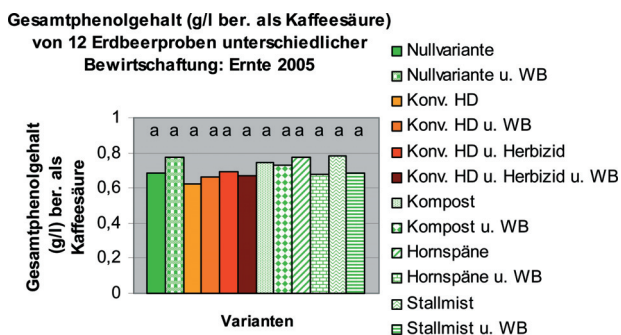


Abb. 10: Gesamtphenolgehalt (g/l ber. als Kaffeesäure) von Erdbeerproben unterschiedlicher Bewirtschaftung

0,62 g/l am niedrigsten, während sie mit 0,79 g/l in der Nullvariante am höchsten waren. Alle anderen Werte lagen dazwischen (Abb. 10).

Mittels t-Test konnte beim Gesamtphenolsäuregehalt aller biologischen Varianten ein signifikanter Unterschied zu allen konventionell produzierten Erdbeeren gefunden werden (Abb. 11). Die biologisch produzierten Früchte (0,73 g/l) lagen in ihren Gesamtphenolgehalten signifikant höher als die konventionell produzierten Erdbeeren (0,67 g/l).

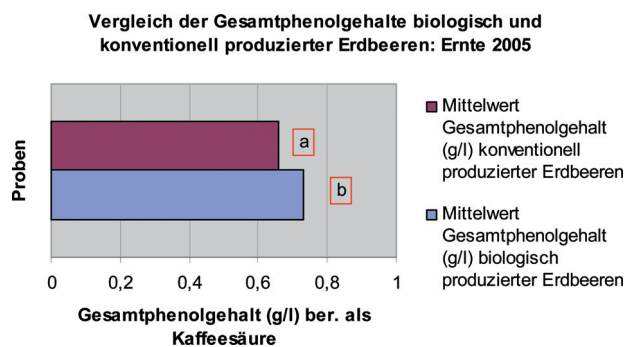


Abb. 11: Vergleich des Gesamtphenolgehalts (g/l ber. als Kaffeesäure) von biologisch und konventionell bewirtschafteten Erdbeeren

Textureigenschaften

Der Mittelwertvergleich nach Student Newman Keuls (SNK) ergab, dass sich die Nullvariante, die konventionelle Variante mit Handelsdünger und Herbizid, die biologische Variante mit Hornspänen und die biologische Variante mit Hornspänen und Winterbegrünung von den anderen Versuchsvarianten statistisch unterschieden, indem sie einen höheren Eindringwiderstand hatten (Abb. 12).

Die Berechnung der Fläche aus der Kraft-Achse (x-Achse) und der Zeitmessung (y-Achse) bestätigt die Ergebnisse der Widerstandsmessung. Dies bedeutet, dass die oben genannten Varianten festere Früchte aufwiesen als die anderen Varianten.

Die Unterscheidung von biologisch und konventionell produzierten Varianten erfolgte mittels t-Test. Die Kraft, welche benötigt wurde, um bei den Erdbeeren die Einstichtiefe von 5 mm zu erreichen, war bei den biologischen Varianten signifikant (p-Wert: 0,00276587) höher als bei den konventionellen. Da die biologisch hergestellten Erdbeeren einen höheren Texturwert hatten, kann man auch sagen, dass sie eine höhere Festigkeit aufwiesen. (Abb. 13 und Abb. 14)

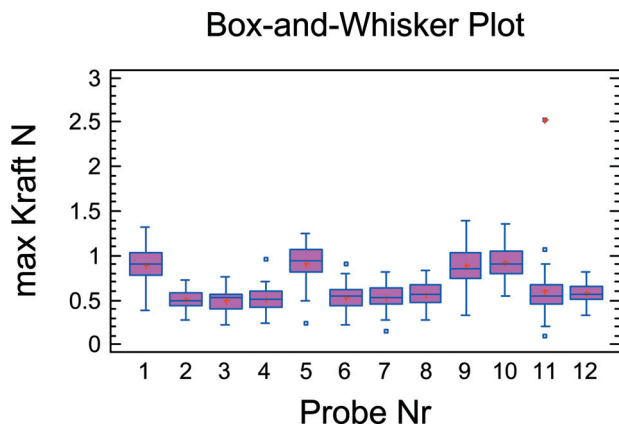


Abb. 12: Box- and Whiskerplot der benötigten Kraft (N/5 mm) bei der Texturmessung von allen zwölf Anbauvarianten (Variantenbezeichnung siehe Tabelle 2)

Häufigkeit

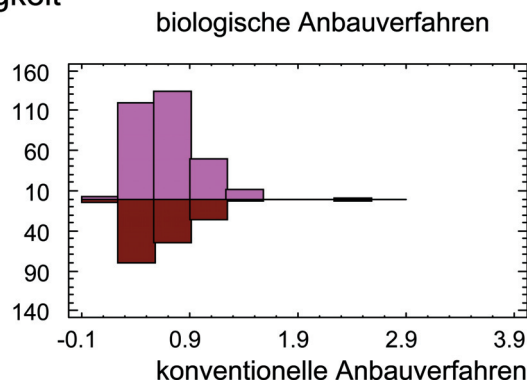


Abb. 13: Unterschiedlicher Kraftaufwand (N/5 mm) bei biologisch und konventionell produzierten Erdbeeren

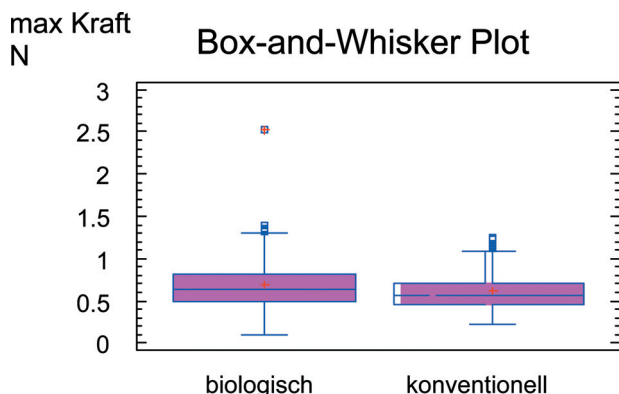


Abb. 14: Box-and-Whisker Plot der aufzuwendenden Kraft bei biologisch und konventionell produzierten Erdbeeren

Literatur

- ASAMI, D.K., HONG, Y.-J., BARETT, D. M. and MITCHELL, A.E. 2003: Comparison of the total phenolic and ascorbic acid content of freeze-dried and air-dried marionberry, strawberry and corn grown using conventional, organic and sustainable agricultural practices. *J. Agric. Food Chem.* 51: 1237-1241
- BROCKMEIER, M. (1993): *Ökonomische Analyse der Nahrungsmittelqualität*. - Kiel: Wissenschaftsverlag Vauk, 1993
- BRUNNER, J.F. und WAGNER, K.W. (1999): *Taschenbuch Qualitätsmanagement - Leitfaden für Ingenieure und Techniker*. - München: Hanser, 1999
- EDER, R., WENDELIN, S. und BARNA, J. 1990: Auftrennung der monomeren Rotweanthocyane mittels Hochdruckflüssigkeitschromatographie (HPLC) - Methodenvergleich und Vorstellung einer neuen Methode. *Mitt. Klosterneuburg* 40: 69-75
- HÄKKINEN, S.H. and TÖRRÖNEN, A.R. 2000: Content of flavonols and selected phenolic acids in strawberries and *Vaccinium* species: influence of cultivar, cultivation site and technique. *Food Res. International* 33: 517-524
- HÄKKINEN, S.H., HEINONEN, M., KÄRENLAMP, S., MYKKÄNEN, H., RUUSKANEN, J. and TÖRRÖNEN, R. 1999: Screening of flavonoids and phenolic in 19 berries. *Food Res. International* 32: 345-353
- HÄKKINEN, S.H., KÄRENLAMP, S., HEINONEN, M., MYKKÄNEN, H. and TÖRRÖNEN, R. 1998: HPLC method for screening of flavonoids and phenolic acids and berries. *J. Sci. Food Agric.* 77: 543-551
- KEPPEL, H., PIEBER, K., WEISS, J., HIEBLER, A. und MAZELLE, W. (1996): *Der Obstgarten*. - Graz: Stocker, 1996
- LINDE, R (1993): Untersuchungen zur ökonomischen Theorie der Produktqualität. In: BROCKMEIER, M. (1993): *Ökonomische Analyse der Nahrungsmittelqualität*. - Kiel: Wissenschaftsverlag Vauk, 1993
- MACHEIX, J.J., FLEURIET, A. and BILLOT, J. (1990): *Fruit phenolics*, p 149-221. - Boca Raton, FL: CRC Press, 1990
- MEIER-PLOEGER, A. und VOGTMANN, H. (1991): *Lebensmittelqualität - Ganzheitliche Methoden und Konzepte (Alternative Konzepte, 66)*. - Karlsruhe: C.F. Müller, 1991
- NAUMANN, W.D. und SEIPP, D. (1989): *Erdbeeren*. Stuttgart: Ulmer, 1989
- RECHNER, A. (2000): Einfluss der Verarbeitungstechnik auf die Polyphenole und antioxidative Kapazität von Apfel- und Beerenobstsäften. Diss. Univ. Giessen, 2000
- SICHERT-OEVERMANN, W. (1988): Qualität pflanzlicher Lebensmittel. In: MEIER-PLOEGER, A. und VOGTMANN, H. (Hrsg): *Lebensmittelqualität - Ganzheitliche Methoden und Konzepte (Alternative Konzepte, 66)*, 2. Aufl. - Karlsruhe: C.F. Müller, 1988
- VRHOVSEK, U., WENDELIN, S. and EDER, R. 1997: Quantitative Bestimmung von Hydroxyzimtsäuren und Hydroxyzimtsäurederivaten (Hydroxycinnamaten) in Weißweinen mittels HPLC. *Mitt. Klosterneuburg* 47(5): 164-172
- WANG, S.Y., MAAS, J.L., PAYNE, J.A. and GALLETTA, G.J. (1994): Ellagic acid content in small fruits, mayhaws and other plants. *J. Small Fruit Vitic.* 2(4): 39-49
- WOESE, K., LANGE, D., BOESS, C. and BOGL, K.W. 1997: A comparison of organically and conventionally grown foods - Results of a review of the relevant literature. *J. Sci. Food Agric.* 74: 281-293

Manuskript eingelangt am 25. September 2006